

PCT/JP00/04620

11.07.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

RECD 25 AUG 2000

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第198242号

出 願 人

Applicant (s):

株式会社フジクラ

JP00/4620

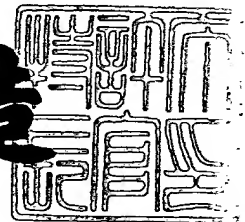
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 8月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3062565

【書類名】 特許願  
【整理番号】 990147  
【提出日】 平成11年 7月12日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02B 6/00  
【発明の名称】 分散シフト光ファイバ

---

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

【氏名】 谷川 庄二

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

【氏名】 松尾 昌一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005186

【氏名又は名称】 株式会社フジクラ

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

---

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704943

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分散シフト光ファイバ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心コア部の外周上に、該中心コア部よりも高屈折率の周辺コア部が設けられ、該周辺コア部の外周上に、該周辺コア部よりも低屈折率のクラッドが設けられてなる屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバにおいて

クラッドの屈折率を基準にしたときの中心コア部の比屈折率差を $\Delta 1$ 、クラッドの屈折率を基準にしたときの周辺コア部の比屈折率差を $\Delta 2$ 、中心コア部の半径を $r 1$ 、周辺コア部の半径を $r 2$ としたとき、以下のa～dの条件を満足していることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

- a.  $1.35\% \leq (\Delta 2 - \Delta 1)$
- b.  $1.2 \leq r 2 / r 1 \leq 2.0$
- c.  $\Delta 2 \geq 0.8\%$ 、かつ  $1.8 \leq \Delta 2 \times (r 2 / r 1)^2 \leq 3.5$
- d.  $0.8$ 、または  $1.8 / (r 2 / r 1)^2$  のうち、大きい方を $\Delta 2_{\min}$ 、リング内側体積を $-\Delta 1 \times r 1^2$ 、リング外側体積を $\Delta 2_{\min} \times (r 2^2 - r 1^2)$ としたとき、リング外側体積／リング内側体積が2以上、あるいは0以下である。

【請求項2】 請求項1に記載の分散シフト光ファイバにおいて、 $1490 \sim 1610 \text{ nm}$ から選択される使用波長帯において、有効コア断面積が $75 \sim 130 \mu \text{m}^2$ 、波長分散値が $-6 \sim +6 \text{ ps/km/nm}$ 、分散スロープが $0.12 \text{ ps/km/nm}^2$ 以下、曲げ損失が $100 \text{ dB/m}$ 以下であり、かつ実質的にシングルモード伝搬となるカットオフ波長を有することを特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項3】 請求項1または2に記載の分散シフト光ファイバにおいて、b、cが以下の数値範囲であることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

- b.  $1.2 \leq r 2 / r 1 \leq 1.9$
- c.  $\Delta 2 \geq 0.8\%$ 、かつ  $1.8 \leq \Delta 2 \times (r 2 / r 1)^2 \leq 3.2$

【請求項4】 請求項3に記載の分散シフト光ファイバにおいて、有効コア

断面積が  $85 \sim 130 \mu\text{m}^2$ であることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項5】 請求項1または2に記載の分散シフト光ファイバにおいて、  
b、cが以下の数値範囲であることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

b.  $1.2 \leq r_2 / r_1 \leq 1.8$

c.  $\Delta_2 \geq 0.8\%$ 、かつ  $1.8 \leq \Delta_2 \times (r_2 / r_1)^2 \leq 2.7$

---

【請求項6】 請求項5に記載の分散シフト光ファイバにおいて、有効コア  
断面積が  $95 \sim 130 \mu\text{m}^2$ であることを特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項7】 請求項1～6のいずれか一項に記載の分散シフト光ファイバ  
において、 $r_2 / r_1$ が1.3以上であり、かつ、 $\Delta_1$ が0%以下であることを  
特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項8】 請求項7に記載の分散シフト光ファイバにおいて、分散スロ  
ープが  $0.10 \text{ ps/km/nm}^2$ 以下であることを特徴とする分散シフト光フ  
ァイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、石英系光ファイバの損失が最小になる波長  $1.55 \mu\text{m}$  帯の波長分  
散値がほぼ零になるように設計された分散シフト光ファイバに関し、特に大きな  
有効コア断面積を有し、かつ小さい分散スロープを有するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、光ファイバ増幅器を用いた光増幅中継伝送システムなどの長距離システ  
ムにおいては、伝送特性の劣化を抑制するために非線形光学効果を低減すること  
が重要である。

非線形効果の大きさは、 $n_2 / A_{\text{eff}}$ で表される。ここで  $n_2$ は、光ファイバ  
の非線形屈折率、 $A_{\text{eff}}$ は光ファイバの有効コア断面積である。よって、非線  
形効果を低減するためには、 $n_2$ を小さくするか  $A_{\text{eff}}$ を大きくする必要があ  
るが、 $n_2$ は材料を決定すると大きく変化しない値であるため、非線形光学効果  
の低減に対しては  $A_{\text{eff}}$ の拡大が効果的な手法である。

## 【0003】

一方、大容量伝送が可能な波長多重伝送システムにおいては、波長の異なる複数の光信号を1本の分散シフト光ファイバ（伝送路）で伝送するため、分散スロープの低減の要求が高まっている。分散スロープとは、波長分散値の波長依存性を示すもので、横軸に波長（nm）、縦軸に波長分散値（ps/km・nm）をとって波長分散値をプロットした際の曲線の勾配である。

分散シフト光ファイバの分散スロープが大きいと、1本の分散シフト光ファイバ中を伝送する複数の波長間における波長分散値の差が大きくなり、伝送状態がばらつき、伝送特性が劣化するため不都合である。

また、光通信システムの伝送路としては、実質的にシングルモードであることや、曲げ損失を100dB/m以下に保つことが最低限の条件として要求されている。

## 【0004】

そこで、最近では、例えば特開平10-293225号公報、特開平10-239550号公報、特開平11-119046号公報などにおいて、様々な屈折率分布形状（屈折率プロファイル）を用いて、Aeffの拡大と分散スロープの低減を図る提案がなされてきた。

## 【0005】

図3（a）～図3（d）はこのような分散シフト光ファイバの屈折率分布形状の例を示したものである。

図3（a）は階段型（デュアルシェイプコア型）の屈折率分布形状の一例を示したもので、符号11は中心コア部であり、その外周上に、この中心コア部11よりも低屈折率の階段コア部12が設けられてコア14が形成されている。そして、さらにこのコア14の外周上に、前記階段コア部12よりも低屈折率のクラッド16が設けられている。

図3（b）は、セグメントコア型の屈折率分布形状の一例を示したもので、高屈折率の中心コア部21の外周上に低屈折率の中間部22が設けられ、この中間部22の外周上に、この中間部22よりも高屈折率で、かつ前記中心コア部21よりも低屈折率のリングコア部23が設けられてコア24が構成されている。そ

して、このリングコア部 23 の外周上に前記中間部 22 と等しい屈折率を有するクラッド 26 が設けられている。

【0006】

図 3 (c) は図 3 (a) に示した階段型の屈折率分布形状の変形例であって、階段コア部 12 とクラッド 16 との間に、このクラッド 16 よりも低屈折率の低屈折率部 15 が設けられてコア 14 が構成されたものである。

図 3 (d) は図 3 (b) に示したセグメントコア型の屈折率分布形状の変形例であって、リングコア部 23 とクラッド 26 との間に、このクラッド 26 よりも低屈折率の低屈折率部 25 が設けられてコア 24 が構成されたものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来提案されている分散シフト光ファイバにおいては、実質的にシングルモードであることや、曲げ損失を  $100 \text{ dB/m}$  以下に保つという条件下では、Aeff の拡大と分散スロープの低減の両立は困難であった。

例えば図 3 (a) ～図 3 (d) に例示した屈折率分布形状を有するものにおいては、Aeff を  $90 \mu\text{m}^2$  以上に拡大しようとすると、十分に小さい分散スロープが得られなかった。

さらに、従来提案されているものは、例えばコアが屈折率の異なる 3 層以上からなるような複雑な屈折率分布形状を有するものが多い。

石英系光ファイバにおいては、各層の直径は VAD 法などによって母材を製造する際に、ガラスの体積量によって調整し、各層の屈折率はゲルマニウム、フッ素などのドーパントの添加量によって調整する。したがって、上述のように複雑な屈折率分布形状を有するものは、製造操作が煩雑になり、高コストであった。

【0008】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、実質的にシングルモードであり、かつ曲げ損失が  $100 \text{ dB/m}$  以下であるという条件を満足し、かつ十分に Aeff の拡大と分散スロープの低減を図ることができる分散シフト光ファイバを提供することを目的とする。

さらにはできるだけ簡単な屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバを提

供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、特許第2668677号（特願昭61-141779号）において、コアが、低屈折率の中心コア部と、その外周に設けられた高屈折率の周辺コア部からなる比較的簡単な屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバを提案した。この分散シフト光ファイバは、曲げ損失と接続損失を低減したものであった。

また、特開平10-246830号公報においても同様の屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバにおいて、Aeffを拡大し、曲げ損失を低減したものを提案した。

そして、本発明者らが鋭意検討した結果、このような屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバにおいて、その構造パラメータを調整することによってAeffの拡大と分散スロープの低減を図ることができることが明らかとなった。

すなわち、本発明の第1の発明は、中心コア部の外周上に、該中心コア部よりも高屈折率の周辺コア部が設けられ、該周辺コア部の外周上に、該周辺コア部よりも低屈折率のクラッドが設けられてなる屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバにおいて、クラッドの屈折率を基準にしたときの中心コア部の比屈折率差を $\Delta 1$ 、クラッドの屈折率を基準にしたときの周辺コア部の比屈折率差を $\Delta 2$ 、中心コア部の半径を $r_1$ 、周辺コア部の半径を $r_2$ としたとき、以下のa～dの条件を満足していることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

$$a. 1.35\% \leq (\Delta 2 - \Delta 1)$$

$$b. 1.2 \leq r_2 / r_1 \leq 2.0$$

$$c. \Delta 2 \geq 0.8\%, \text{かつ} 1.8 \leq \Delta 2 \times (r_2 / r_1)^2 \leq 3.5$$

$$d. 0.8, \text{または} 1.8 / (r_2 / r_1)^2 \text{のうち、大きい方を} \Delta 2_{\min}, \text{リング内側体積を} -\Delta 1 \times r_1^2, \text{リング外側体積を} \Delta 2_{\min} \times (r_2^2 - r_1^2) \text{としたとき、リング外側体積／リング内側体積が2以上、あるいは0以下である}$$

。第2の発明は、第1の発明において、1490～1610nmから選択される使用波長帯において、有効コア断面積が75～130 $\mu\text{m}^2$ 、波長分散値が一



6~+6 ps/km/nm、分散スロープが0.12 ps/km/nm<sup>2</sup>以下、曲げ損失が100 dB/m以下であり、かつ実質的にシングルモード伝搬となるカットオフ波長を有する分散シフト光ファイバである。

また、非線形効果のひとつである4光子混合を抑制するためには、波長分散値が零ではないと好ましい。

第3の発明は、第1または第2の発明の分散シフト光ファイバにおいて、b、

cが以下の数値範囲であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

b. 1.2 ≤ r<sub>2</sub>/r<sub>1</sub> ≤ 1.9

c. Δ<sub>2</sub> ≥ 0.8%、かつ 1.8 ≤ Δ<sub>2</sub> × (r<sub>2</sub>/r<sub>1</sub>)<sup>2</sup> ≤ 3.2

第4の発明は、第3の発明において、有効コア断面積が85~130 μm<sup>2</sup>であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

第5の発明は、第1または第2の発明において、b、cが以下の数値範囲であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

b. 1.2 ≤ r<sub>2</sub>/r<sub>1</sub> ≤ 1.8

c. Δ<sub>2</sub> ≥ 0.8%、かつ 1.8 ≤ Δ<sub>2</sub> × (r<sub>2</sub>/r<sub>1</sub>)<sup>2</sup> ≤ 2.7

第6の発明は、第5の発明において、有効コア断面積が95~130 μm<sup>2</sup>であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

第7の発明は、第1~6の発明のいずれかひとつにおいて、r<sub>2</sub>/r<sub>1</sub>が1.3以上であり、かつ、Δ<sub>1</sub>が0%以下であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

第8の発明は、第7の発明の分散シフト光ファイバにおいて、分散スロープが0.10 ps/km/nm<sup>2</sup>以下であることを特徴とする分散シフト光ファイバである。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状の一例を示したもので、中心の低屈折率の中心コア部1の外周上に高屈折率の周辺コア部2が設けられて2層構造のコア3が構成されている。そして、このコア3の外周上に、前記周辺コア部2よりも低屈折率のクラッド4が設けられて、クラッド4を含めて3層

構造の屈折率分布形状が構成されている。

#### 【0011】

この分散シフト光ファイバにおいて、例えば中心コア部1は屈折率を低下させる作用を有するフッ素を添加した石英ガラスあるいは屈折率を上昇させる作用を有するゲルマニウムを添加した石英ガラスあるいは純石英ガラス、周辺コア部2はゲルマニウム添加石英ガラス、クラッド4は純石英ガラスから構成されている

。また、 $\Delta 1$ はクラッド4の屈折率を基準にしたときの中心コア部1の比屈折率差、 $\Delta 2$ はクラッド4の屈折率を基準にしたときの周辺コア部2の比屈折率差である。また、 $r 1$ は中心コア部1の半径、 $r 2$ は周辺コア部2の半径である。

#### 【0012】

そして、本発明の分散シフト光ファイバにおいては、以下のa～dの条件を満足する必要がある。

#### 【0013】

- a.  $1.35\% \leq (\Delta 2 - \Delta 1)$
- b.  $1.2 \leq r 2 / r 1 \leq 2.0$
- c.  $\Delta 2 \geq 0.8\%$ 、かつ  $1.8 \leq \Delta 2 \times (r 2 / r 1)^2 \leq 3.5$
- d.  $0.8$ 、または  $1.8 / (r 2 / r 1)^2$  のうち、大きい方を  $\Delta 2_{\min}$ 、リング内側体積を  $-\Delta 1 \times r 1^2$ 、リング外側体積を  $\Delta 2_{\min} \times (r 2^2 - r 1^2)$  としたとき、リング外側体積／リング内側体積が2以上、あるいは0以下である。

#### 【0014】

。前記aの条件は、後述する使用波長帯において、実質的にシングルモード伝搬を保証することに寄与するものである。ここで、 $\Delta 1$ は前記aおよび前記dの条件を満足すれば、負の値（クラッド4よりも低屈折率の場合）、零（クラッド4と等しい屈折率を有する場合）、あるいは正の値（クラッド4よりも高屈折率の場合）を設定することができる。

前記bの条件を満足しない場合は、後述するAeff、分散スロープ、曲げ損失、カットオフ波長などの条件をすべて同時に満足することができない。

前記cにおいて、 $\Delta 2 \times (r 2 / r 1)^2$  を3.5以下に設計することにより

、 $A_{eff}$ の拡大を図ることができる。 $\Delta 2 \times (r_2/r_1)^2$ を1.8以上に設計することは、実質的に、後述する使用波長帯におけるシングルモード伝搬の保証に寄与し、かつ曲げ損失を100 dB/m以下に制限することに寄与するものである。シングルモード伝搬の保証と曲げ損失の制限のどちらか一方にのみ寄与する場合もある。

また、 $\Delta 2$ が0.8%未満の場合は、周辺コア部2を設けた実質的な効果を得ることができない。

#### 【0015】

前記dの条件において、 $\Delta 2_{min}$ は、 $r_2/r_1$ の設定値によって定められる値であって、前記cの条件を満足する $\Delta 2$ の数値範囲の下限值に相当する。 $\Delta 2_{min}$ は、0.8%と、 $r_2/r_1$ の設定値を $1.8 / (r_2/r_1)^2$ に代入して得られた値のうち、どちらか大きい方が選択される。

このdの条件は、曲げ損失を100 dB/m以下に制限することに寄与するものである。

リング外側体積/リング内側体積が0以下の場合は、 $\Delta 1$ が正の値なので、曲げ損失を100 dB/m以下にすることができる。一方、 $\Delta 1$ が負の値の場合は、リング外側体積/リング内側体積が2以上のときに、曲げ損失を100 dB/m以下にすることができる。

#### 【0016】

これらの条件は、実際の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状において、実質的に満足されていればよく、例えば、実際の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状においては、図1に示したように各層（中心コア部1、周辺コア部2、クラッド4）の境界が明確でなく、図2に示したように、丸みを帯びた、いわゆるだれを生じた状態であってもよい。

#### 【0017】

また、クラッド4の直径は通常約125  $\mu\text{m}$ 、 $r_2$ は波長分散値が目標値となるように調整される。一般的に、 $r_2$ は2～10  $\mu\text{m}$ である。

#### 【0018】

本発明の分散シフト光ファイバの使用波長帯は、1490～1610 nmの範

図から適度な波長幅の波長帯が選択される。例えば、光通信システムに用いる光ファイバ増幅器による増幅波長帯などによって、1500～1570nmの範囲から1530～1565nmなどの所定の波長幅を有する波長帯を選択する。あるいは、例えば1570～1610nmの範囲から所定の波長幅を有する、例えば1585～1610nmなどの波長帯を選択することもできる。

## 【0019】

本発明においては、上述のa～dの条件を満足する $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $r 1$ 、 $r 2$ の4つの構造パラメータを設定することによって、上述の使用波長帯において、以下のようなAeff、波長分散値、分散スロープ、曲げ損失、カットオフ波長を有する分散シフト光ファイバを提供することができる。

## 【0020】

Aeffは以下の式から求められるものである。

## 【0021】

【数1】

$$A_{eff} = \frac{2\pi \left\{ \int_0^{\infty} a |E(a)|^2 da \right\}^2}{\int_0^{\infty} a |E(a)|^4 da}$$

a:コアの半径

E(a):半径aでの電界強度

## 【0022】

本発明においては、使用波長帯におけるAeffが75～130 $\mu m^2$ のものが得られる。Aeffが75 $\mu m^2$ 未満となるような屈折率分布形状を作成しても、75 $\mu m^2$ 以上の場合と比較して分散スロープがあまり小さくならず、特性上の利点が少ない。Aeffが130 $\mu m^2$ をこえるものは製造が困難である。

## 【0023】

また、本発明においては、使用波長帯における分散スロープが $0.12 \text{ ps/km/nm}^2$ 以下のものが得られる。 $0.12 \text{ ps/km/nm}^2$ をこえると、波長分散値の波長依存性が大きくなり、波長多重伝送システムへの適用において不都合となる。

なお、使用波長帯における波長分散値は、 $-6 \sim +6 \text{ ps/km/nm}$ の範囲内であると好ましい。~~この範囲外であると実質的に分散シフト光ファイバとしての~~特性を満足することができない。しかしながら、波長分散値が零の場合は非線形効果のひとつである4光子混合が発生しやすくなるため、波長分散値が零になる範囲を含まないように使用波長帯を設定すると好ましい。

#### 【0024】

曲げ損失は、使用波長帯において、曲げ直径(2R)が20mmの条件の値をいうものとする。

本発明においては、曲げ損失が $100 \text{ dB/m}$ 以下、好ましくは $40 \text{ dB/m}$ 以下のものが得られる。また、実質的には $0.1 \text{ dB/m}$ 以上のものが得られる。使用波長帯における曲げ損失が $100 \text{ dB/m}$ をこえると、分散シフト光ファイバに加えられる僅かな曲がりなどによって伝送損失が劣化しやすくなるため不都合である。

#### 【0025】

また、本発明の分散シフト光ファイバはシングルモード光ファイバであるため、使用波長帯において、実質的にシングルモード伝搬を保証するカットオフ波長を有する必要がある。

通常のカットオフ波長は、CCITTの2m法(以下2m法と記す)による値によって規定されている。しかし、実際の長尺の使用状態においては、この値が使用波長帯の下限值よりも長波長側であってもシングルモード伝搬が可能である。

#### 【0026】

したがって、本発明の分散シフト光ファイバにおいて、2m法で規定されるカットオフ波長は、分散シフト光ファイバの使用長さと使用波長帯によってシングルモード伝搬可能であるように設定する。具体的には、例えば2m法におけるカ

ットオフ波長が  $1.7 \mu\text{m}$  であっても、 $5000 \text{ m}$  程度以上の長尺の状態であれば、上述の使用波長帯におけるシングルモード伝搬を十分に実現することが可能である。

## 【0027】

さらに好ましくは、上述の b、c において、以下の条件を満足すると好ましい

$$b. 1.2 \leq r_2 / r_1 \leq 1.9$$

$$c. \Delta 2 \geq 0.8\%, \text{ かつ } 1.8 \leq \Delta 2 \times (r_2 / r_1)^2 \leq 3.2$$

その結果、 $A_{eff}$  をさらに拡大し、 $85 \sim 130 \mu\text{m}^2$  のものを得ることができる。

## 【0028】

さらに好ましくは、上述の b、c において、以下の条件を満足すると好ましい

$$b. 1.2 \leq r_2 / r_1 \leq 1.8$$

$$c. \Delta 2 \geq 0.8\%, \text{ かつ } 1.8 \leq \Delta 2 \times (r_2 / r_1)^2 \leq 2.7$$

その結果、 $A_{eff}$  をさらに拡大し、 $95 \sim 130 \mu\text{m}^2$  のものを得ることができる。

## 【0029】

また、さらに好ましくは、上述の a、b、d において、 $r_2 / r_1$  を 1.3 以上に設定し、 $\Delta 1$  を 0% 以下に設定すると好ましい。

その結果、分散スロープが  $0.10 \text{ ps/km/nm}^2$  以下のものを得ることができる。

## 【0030】

この分散シフト光ファイバは、上述のようにクラッドを含めて 3 層構造であり、例えば VAD 法などによって効率よく製造することができる。

このように比較的簡単な屈折率分布形状の分散シフト光ファイバにおいて、上述のような大きな  $A_{eff}$  と小さな分散スロープを有し、かつ光伝送路として実用可能な曲げ損失とカットオフ波長を有するものは、従来実現されていなかったものであり、特に分散シフト光ファイバの製造効率の向上、波長多重伝送システ

ムなどにおける伝送特性の向上、低コスト化の観点において、大きな効果が得られる。

# 【0031】

## 【実施例】

表1に示した条件で、VAD法により、実施例1～3の分散シフト光ファイバを製造した。

なお、実施例1～3において、中心コア部はフッ素添加石英ガラス、周辺コア部はゲルマニウム添加石英ガラス、クラッドは純石英ガラスから形成した。

また、分散シフト光ファイバの外径（クラッド外径）は $125\mu\text{m}$ とした。表1にこれらの分散シフト光ファイバの波長 $1550\text{nm}$ における特性値をあわせて示した。

# 【0032】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3
$\Delta 1(\%)$	-0.675	-0.40	-0.15
$\Delta 2(\%)$	1.00	1.05	1.70
$r2/r1$	1.80	1.50	1.20
$r2(\mu\text{m})$	3.29	3.73	3.91
リング外側体積/リング内側体積	2.7	2.5	3.7
$\lambda c(\mu\text{m})$	1.432	1.551	1.601
$A_{\text{eff}}(\mu\text{m}^2)$	83.18	100.15	115.20
波長分散値(ps/km/nm)	-1.5	-1.2	0.6
分散スロープ(ps/km/nm <sup>2</sup> )	0.0861	0.0931	0.1015
曲げ損失(dB/m[20φ])	17.4	18.0	29.5
レーリー損失(dB/km)	0.196	0.196	0.195

## 【0033】

表1に示したように、 $A_{eff}$ 、波長分散値、分散スロープ、曲げ損失、カットオフ波長( $\lambda_c$ )において、いずれも本発明の分散シフト光ファイバの特性を満足することができた。すなわち、実際の光通信システムに実用可能な曲げ損失を有し、かつシングルモード伝搬を保証することができ、かつ $A_{eff}$ が大きい  
~~ため、非線形効果を抑制して伝送損失の劣化を低減でき、さらに、波長多重伝送~~  
 システムに適した低分散スロープを実現できるものが得られた。

## 【0034】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明の分散シフト光ファイバは、クラッドを含めた3層構造であり、例えばVAD法などによって効率よく製造することができる。

このように比較的簡単な屈折率分布形状の分散シフト光ファイバにおいて、上述のような大きな $A_{eff}$ と小さな分散スロープを有し、かつ光伝送路として実用可能な曲げ損失とカットオフ波長を有するものは、従来実現されていなかったものであり、特に分散シフト光ファイバの製造効率の向上、波長多重伝送システムなどにおける伝送特性の向上、低コスト化の観点において、大きな効果が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状の一例を示した図である。

【図2】 本発明の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状の一例を示した図である。

【図3】 従来の分散シフト光ファイバの屈折率分布形状の例を示した図である。

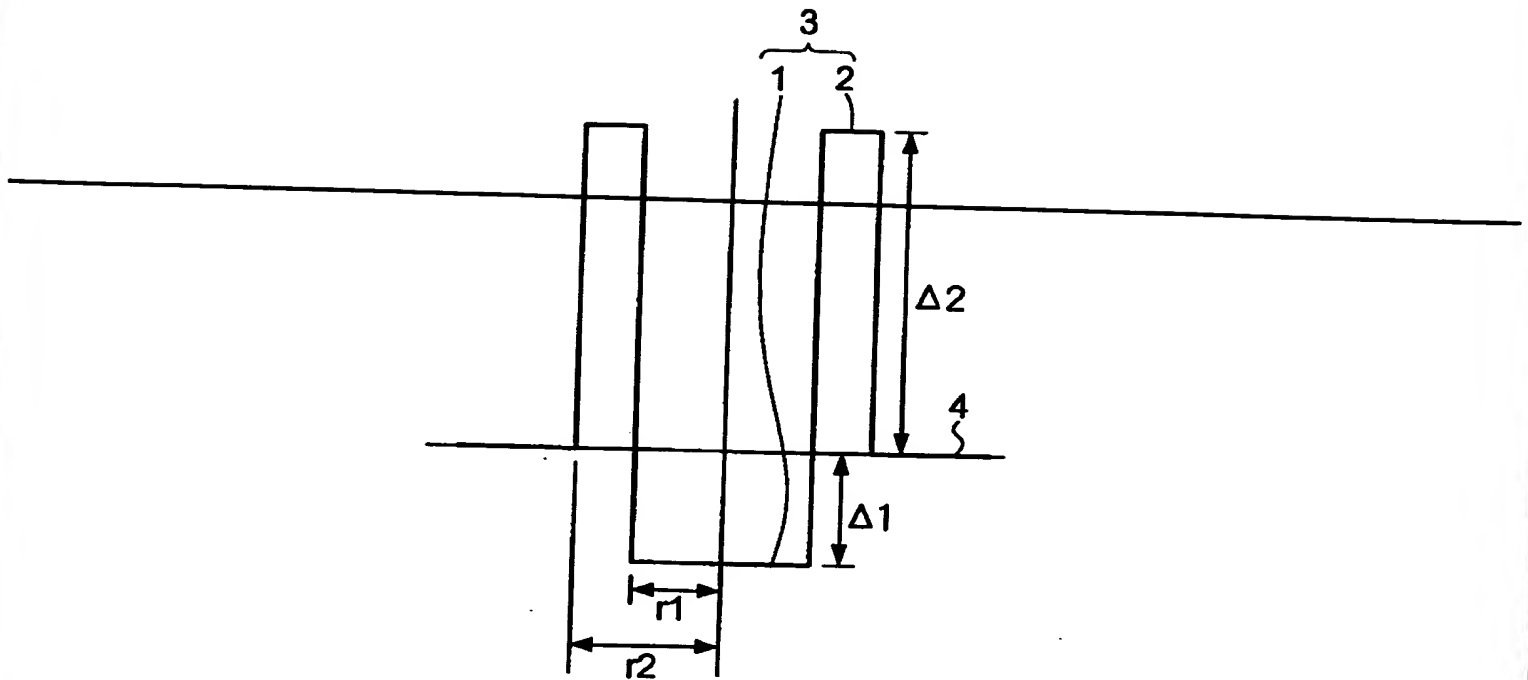
## 【符号の説明】

1…中心コア部、2…周辺コア部、3…コア、4…クラッド。

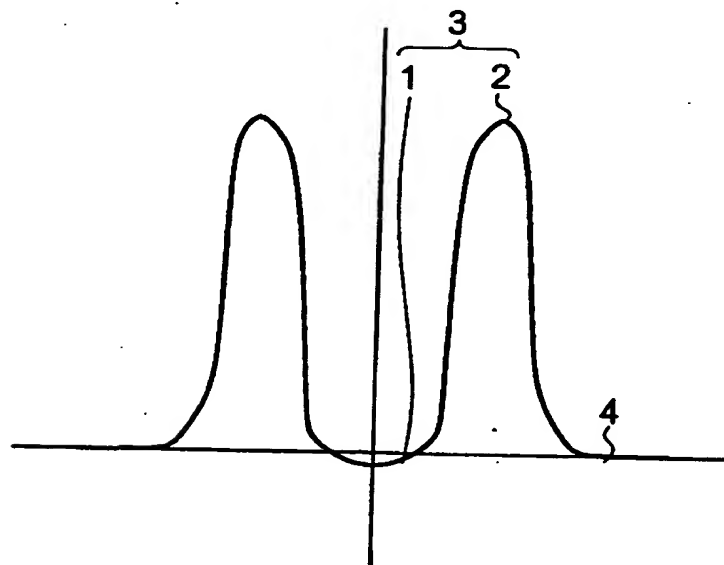


【書類名】 図面

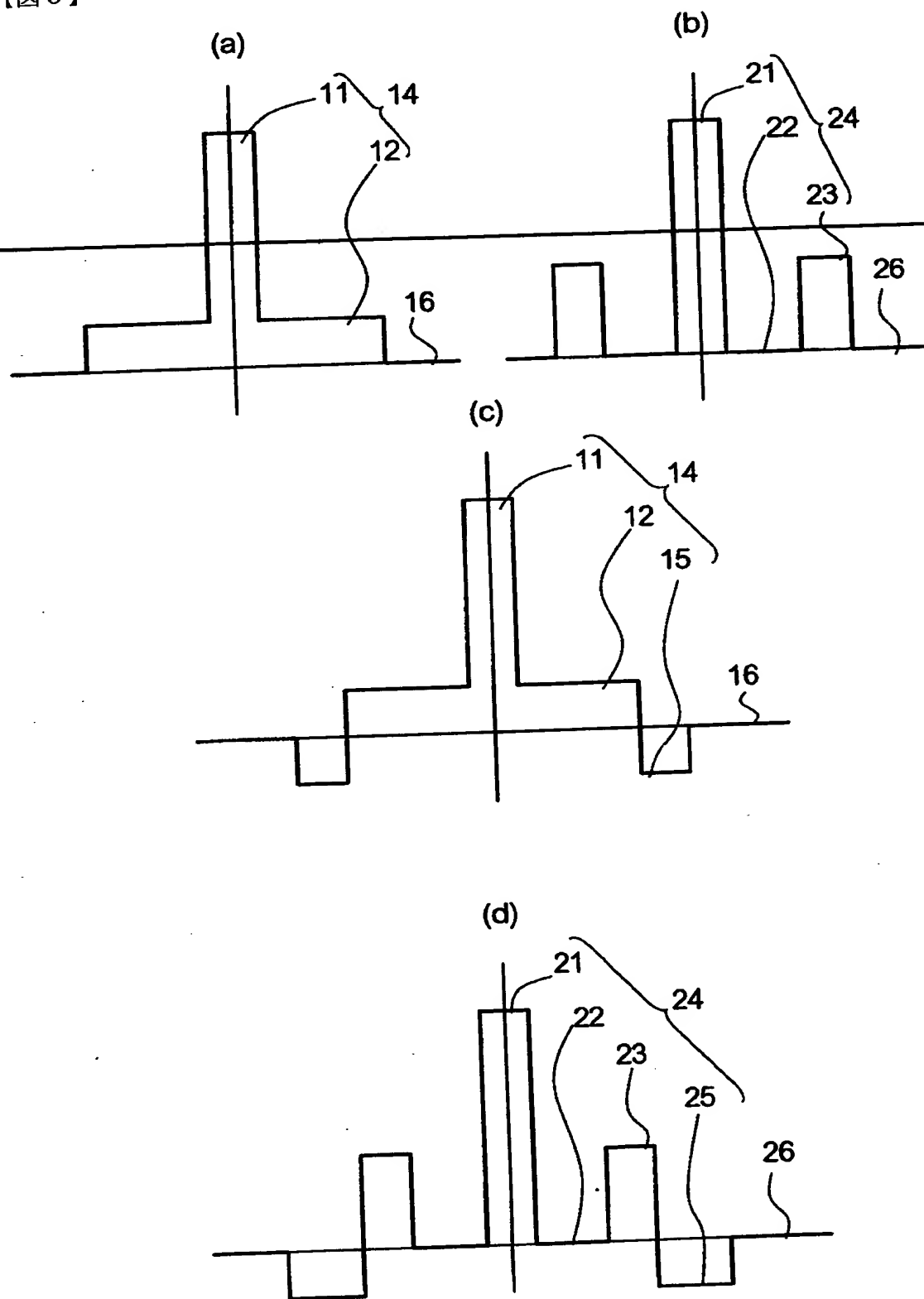
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 実質的にシングルモードであり、かつ曲げ損失が $100\text{ dB/m}$ 以下であるという条件を満足し、かつ十分に有効コア断面積 ( $A_{\text{eff}}$ ) の拡大と分散スロープの低減を図ることができる分散シフト光ファイバを提供する。

【解決手段】 中心コア部の外周上に、該中心コア部よりも高屈折率の周辺コア部が設けられ、該周辺コア部の外周上に、該周辺コア部よりも低屈折率のクラッドが設けられてなる屈折率分布形状を有する分散シフト光ファイバにおいて、クラッドの屈折率を基準にしたときの中心コア部の比屈折率差 $\Delta 1$ 、クラッドの屈折率を基準にしたときの周辺コア部の比屈折率差 $\Delta 2$ 、中心コア部の半径 $r_1$ 、周辺コア部の半径 $r_2$ を調整する。

【選択図】 図 1

職権訂正履歴 (職権訂正)

特許出願の番号	平成11年 特許願 第198242号
受付番号	59900670385
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7392
作成日	平成11年 7月27日

<訂正内容1>

訂正ドキュメント

明細書

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

特許請求の範囲中【請求項2】を改行しました。

訂正前内容

・・・あるいは0以下である

。 【請求項2】 請求項1に記載の・・・

訂正後内容

・・・あるいは0以下である

。 【請求項2】 請求項1に記載の・・・

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005186]

1. 変更年月日 1992年10月 2日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都江東区木場1丁目5番1号

氏 名 株式会社フジクラ

